ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des courbes gauches.* Note de M. **Gaston Darboux**.

D'après les belles recherches exposées en 1880 par M. Bäcklund et d'après celles, un peu plus générales, que j'ai fait connaître au n° 812 de mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (IIIe Partie, p. 441), on sait trouver tous les couples de surfaces qui se correspondent point par point, de telle manière que les deux plans tangents en ces points et la droite qui joint les points de contact forment un système invariable. Je me suis proposé de traiter le problème analogue de la théorie des courbes, c'est-à-dire de rechercher deux courbes qui se correspondent point par point, de telle manière que les tangentes aux points correspondants et la droite qui joint ces points forment un système invariable. Cela exige évidemment quatre conditions; si l'on désigne par M, M′ les points correspondants, il faut : 1° que la droite MM′ soit de longueur invariable; 2° qu'elle fasse des angles constants avec chacune des tangentes en M et en M′; 3° que les deux plans passant par MM′ et par l'une des tangentes fassent entre eux un angle constant. Je veux faire connaître ici, sans entrer dans tous les détails de la recherche, les principaux résultats auxquels elle m'a conduit ([1]).

On remarquera tout d'abord que, si l'on a obtenu une solution de ce

---

([1]) Dans sa dissertation inaugurale, publiée à Görlitz en 1907 et intitulée : *Ueber die Bäcklundsche Transformation der Flächen konstanter Krümmung*, M. Otto Roelcke s'est occupé de questions analogues.

problème, on pourra en déduire une infinité d'autres, dans la définition desquelles entrera une fonction arbitraire d'une variable. Soient, en effet, (C), (C′) les deux courbes, et M, M′ un couple quelconque de points correspondants sur ces courbes. Si l'on considère la surface réglée (R) engendrée par la droite MM′, on peut dire, d'après la définition même de la correspondance; que les deux courbes (C), (C′) de la surface doivent couper les génératrices rectilignes sous des angles constants et que les plans tangents à la surface aux points M, M′ doivent faire aussi un angle invariable. Or toutes ces propriétés subsistent si l'on déforme la surface réglée en assujettissant ses génératrices à demeurer rectilignes.

On voit donc qu'il est naturel de chercher à résoudre le problème qui nous occupe en prenant comme point de départ la surface réglée (R) sur laquelle les deux courbes (C), (C′) sont tracées.

En l'abordant de cette manière on est conduit, par une analyse que j'omets, au résultat suivant :

Si les deux courbes (C), (C′) *ne sont pas toutes deux des trajectoires orthogonales des génératrices de* (R), *cette surface réglée sera applicable sur l'hyperboloïde de révolution à une nappe et les deux courbes* (C), (C′) *seront les transformées de deux parallèles quelconques de l'hyperboloïde.*

Cette proposition s'étend même au cas limite où la surface (R) serait développable; en ce sens que, dans ce cas, la surface (R) aura pour arête de rebroussement une courbe à courbure constante et sera applicable sur la partie du plan extérieure à un cercle, c'est-à-dire sur un hyperboloïde de révolution infiniment aplati. Les courbes (C) et (C′) s'obtiendront en portant des longueurs constantes sur la tangente à l'arête de rebroussement à partir du point de contact.

Revenons au cas général. D'après un théorème de Laguerre, on sait que les surfaces réglées applicables sur l'hyperboloïde réglé de révolution ont pour ligne de striction une *courbe de Bertrand,* c'est-à-dire une courbe pour laquelle la courbure et la torsion sont liées par une équation linéaire. Il est facile de caractériser les courbes (C) et (C′) qui sont les transformées des parallèles de l'hyperboloïde et l'on trouve qu'il existe, entre la courbure, la torsion et la dérivée de la courbure par rapport à l'arc, une relation assez compliquée, de la forme

$$\frac{1}{\tau} - \frac{1}{\sqrt{b^2 - \rho^2}} \frac{d\rho}{ds} + \frac{a}{\rho}\sqrt{b^2 - \rho^2} = c,$$

où a, b, c sont trois constantes. Cette relation n'a rien de particulièrement intéressant ; elle montre toutefois qu'il sera *impossible* de choisir arbitrairement l'une ou l'autre des courbes (C), (C′) avec lesquelles se construit notre première solution.

Si la courbe (C) satisfait à une ou deux équations de la forme précédente, elle fournira une ou deux solutions de notre problème.

Elle ne peut satisfaire à trois solutions de ce genre que si ρ et τ sont constants, c'est-à-dire si elle est une hélice. Dans ce cas, nous serons conduits à une solution qu'on peut caractériser comme il suit : donnons à un corps solide quelconque un mouvement hélicoïdal. Tout segment MM′ de ce corps se déplace de manière que les hélices décrites par ses extrémités soient dans la relation qui fait l'objet de ce travail.

Examinons maintenant le cas écarté dans la recherche précédente, où les courbes (C), (C′) seraient normales à la droite MM′. Alors l'élément linéaire de la surface réglée (R) ne sera plus défini. Si on le met sous la forme

$$ds^2 = du^2 + [(u-\alpha)^2 + \beta^2]\,dv^2,$$

on verra facilement qu'on aura seulement entre α et β la relation

$$\beta^2 + (\alpha - a)(\alpha - a') = b\beta,$$

où a, a', b sont trois constantes. Mais, comme on peut toujours, par de simples quadratures, trouver les surfaces réglées admettant cet élément linéaire, on voit qu'on pourra, à l'aide de simples signes de quadratures, écrire la solution générale de notre problème. Je reviendrai plus loin sur ce point.

Mais ce qu'il y a de plus intéressant, c'est qu'ici on pourra prendre *arbitrairement* l'une des courbes, (C) par exemple. Alors la détermination de (C′) dépendra de l'intégration d'une équation de Riccati de la forme suivante :

$$\frac{d\varpi}{ds} - \frac{1}{\tau} = A + B\frac{\sin\varpi}{\rho},$$

où $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{\tau}$ et s désignent les courbures et l'arc de la courbe (C). On sera donc conduit à une méthode générale de transformation *applicable à une courbe quelconque* (C), *et permettant d'en déduire une suite illimitée de courbes nouvelles*.

On se trouve ainsi en présence d'une série de problèmes analogues à ceux qu'on rencontre dans l'étude des transformations des surfaces à courbure

constante. On lira leur étude complète dans le Mémoire développé, qui paraîtra dans le Recueil de l'Académie. Je me bornerai ici à quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

J'ai été conduit à examiner si un quadrilatère, dont les côtés demeurent invariables, peut se déformer de telle manière que ses dièdres demeurent, eux aussi, invariables. On reconnaît que cela ne peut arriver que si le quadrilatère est un parallélogramme gauche, c'est-à-dire si ses côtés opposés sont égaux. Alors les rapports des sinus des dièdres du quadrilatère à leurs arêtes sont égaux en valeur absolue; et il suffit qu'un des dièdres soit constant pour qu'il en soit de même de tous les autres. On est ainsi conduit au parallélogramme gauche qui se présente dans l'étude de la transformation de M. Bäcklund, faite par M. Bianchi.

La suite de la recherche m'a aussi conduit à examiner si un quadrilatère invariable peut se déformer de telle manière que chaque sommet décrive une courbe normale aux deux côtés qui se croisent en ce point.

En dehors de la solution banale fournie par quatre trajectoires orthogonales d'un plan mobile et par le quadrilatère plan invariable que forment les pieds de ces trajectoires, j'ai obtenu la solution suivante qui m'a permis de compléter le théorème, rappelé plus haut, de Laguerre :

Soit ABCD *le quadrilatère cherché. Ses deux diagonales* AC, BD *engendrent des surfaces réglées* (R), (R′) *qui, l'une et l'autre, sont applicables sur le même hyperboloïde de révolution* (H). *Les pieds de la plus courte distance des diagonales* AC *et* BD *décrivent les lignes de striction des deux surfaces réglées qui sont, comme on sait, des courbes de Bertrand et qui ont, l'une et l'autre, pour normale principale, la plus courte distance des diagonales. Ces deux diagonales sont des axes de rotation conjugués dans le mouvement de la figure invariable formée par le quadrilatère et les points centraux des deux diagonales.*

L'hyperboloïde (H) *est celui qui aurait pour axe l'une des diagonales et pour génératrice l'autre diagonale. Par exemple, l'hyperboloïde ayant* AC *pour axe et* BD *pour génératrice se raccordera suivant cette génératrice avec la surface* (R′), *sur laquelle il roulera. Il en sera de même, en ce qui concerne* (R), *de l'hyperboloïde ayant* AC *pour génératrice et* BD *pour axe, hyperboloïde évidemment égal au précédent.*

La méthode que nous avons suivie dans la recherche précédente lie l'étude de la question proposée à la considération de la surface réglée (R) sur laquelle sont tracées les courbes (C) et (C′). Dans le cas où ces courbes sont

normales à la ligne MM′, nous avons donné une relation entre α et β à laquelle doit satisfaire l'élément linéaire de la surface réglée (R). Or, cette relation caractérise, d'après une proposition due à Bour, les surfaces réglées qui peuvent être déformées de telle manière que leurs génératrices rectilignes deviennent les normales principales de deux courbes gauches. Nous pouvons donc énoncer la proposition suivante, à laquelle on est conduit directement par quelques considérations géométriques :

Pour obtenir toutes les solutions de notre problème dans lesquelles les courbes (C), (C′) *sont normales à la droite qui joint les points correspondants, il suffira de construire tous les couples de courbes de Bertrand* (K) *et* (K′) *qui ont les mêmes normales principales, puis de déformer d'une manière quelconque la surface gauche formée par ces normales principales. La solution générale du problème sera alors finie par les transformées* (C) *et* (C′) *des courbes de Bertrand.*

Il est clair que toutes ces opérations n'exigeront que de simples quadratures.

Nous terminerons en disant quelques mots d'un cas particulier où la solution de notre problème s'obtiendra sans aucune intégration : c'est celui où, *les courbes* (C), (C′) *demeurant toujours normales à* MM′, *les tangentes aux deux courbes en* M *et en* M′ *sont, en outre, assujetties, non à faire un angle constant quelconque, mais à être rectangulaires.*

Dans ce cas, si l'on se donne *arbitrairement* la courbe (C), la courbe (C′) se déterminera de la manière suivante : si x, y, z désignent les coordonnées rectangulaires du point M de (C), s et ρ l'arc et le rayon de courbure de la courbe, l la distance constante MM′, les coordonnées du point correspondant M′ de (C′) seront données par l'équation

$$x' - x = \rho^2 \frac{d^2 x}{ds^2} + \rho\sqrt{l^2 - \rho^2}\left(\frac{dy}{ds}\frac{d^2 z}{ds^2} - \frac{dz}{ds}\frac{d^2 y}{ds^2}\right)$$

et celles qu'on en déduit par des permutations circulaires.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'application de la télégraphie sans fil à l'amélioration des avertissements météorologiques.* Note de M. G. **Bigourdan**.

A mesure que s'accroît la portée de la télégraphie sans fil le nombre de ses applications augmente considérablement.

Il y a quatre ans, j'ai communiqué ([1]) à l'Académie les expériences que j'avais faites pour la transmission de l'heure par les ondes hertziennes; et déjà J.-A. Normand avait proposé la même méthode ([2]) pour donner l'heure à la mer.

Quelques mois après, M. Th. Albrecht publia ([3]) ses expériences de détermination des longitudes par la télégraphie sans fil.

Récemment, M. Guyou reprenait ([4]) un projet analogue à celui de J.-A. Normand, et M. Bouquet de la Grye le généralisait ([5]) très avantageusement en proposant d'employer un seul signal pour la Terre entière.

Aujourd'hui je désire indiquer l'usage qu'on peut faire de la télégraphie sans fil pour améliorer les avertissements météorologiques.

On sait que dans nos régions l'état du temps est surtout en relation avec le passage des dépressions atmosphériques; et ces dépressions, venant généralement de l'Ouest, arrivent des parties de l'Atlantique situées au nord du 35e degré de latitude boréale.

La moitié à peu près de ces dépressions viennent de l'Amérique du Nord; les autres se forment en plein Atlantique; pour prévoir avec succès l'arrivée et la marche des unes et des autres, sur les côtes occidentales de l'Europe, il faudrait en plein Océan des points d'observation qui font défaut.

On a souvent pensé à des stations flottantes, reliées chacune aux continents par un fil télégraphique; mais on sent combien une telle solution aurait été difficile et coûteuse à réaliser; aussi n'a-t-elle pas même été tentée.

Grâce à l'emploi des ondes hertziennes on pourrait aujourd'hui supprimer non seulement le fil télégraphique, mais encore la station flottante spéciale elle-même.

Pour cela il suffirait que certains navires à vapeur télégraphient, par exemple une fois par jour, leur position géographique et les données météorologiques qu'ils y observent.

([1]) G. Bigourdan, *Sur la distribution de l'heure à distance, au moyen de la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 27 juin 1904, p. 1657-1659).

([2]) J.-A. Normand, *Sur le réglage des montres à la mer par la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 11 juillet 1904, p. 118).

([3]) Th. Albrecht, *Ueber die Verwendbarkeit der drathlosen Telegraphie bei Längenbestimmungen* (*Astr. Nachr.*, nº 3982, Bd. CLXVI, col. 337-344).

([4]) E. Guyou, *Détermination des longitudes en mer par la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 13 avril 1908, p. 800-801).

([5]) Bouquet de la Grye, *Détermination de l'heure, sur terre et sur mer, à l'aide de la télégraphie sans fil* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 30 mars 1908, p. 671-673).

Les paquebots sont indiqués pour cela; en assez grand nombre déjà ils possèdent l'outillage nécessaire à la transmission sans fil, et ils connaissent toujours avec assez d'exactitude le point où ils se trouvent.

Par ce moyen, les conditions, défavorables à la prévision du temps, dans lesquelles se trouve l'Europe occidentale, seraient très heureusement modifiées; et l'agriculture, comme la marine, etc., pourraient y trouver des avantages économiques très considérables.

ZOOLOGIE. — *Sur les relations zoologiques des Crevettes de la tribu des Sténopidés.* Note de M. E.-L. **Bouvier**.

De tous les Macroures nageurs, ceux dont on connaît le moins l'histoire zoologique sont les représentants de la tribu des Sténopidés. On les range parmi les Crevettes, encore qu'ils n'aient pas le corps latéralement comprimé et qu'ils présentent une adaptation manifeste à la marche comme les *Reptantia*, mais on n'est pas fixé sur leurs affinités réelles. Claus et M. Boas ont voulu voir dans leurs branchies filamenteuses (trichobranchies) une simple modification des branchies arborescentes (dendrobranchies) des Pénéides et les ont intimement rapprochés de cette dernière tribu; Spence Bate en a fait une tribu spéciale sans se prononcer sur leur filiation; enfin, récemment, dans une fine étude sur l'ensemble des Crustacés décapodes, M. Borradaile observe que les Sténopides n'ont pas d'affinités directes avec les Pénéides, sans d'ailleurs fixer leur position zoologique qui est, dit-il, extrêmement douteuse. Grâce aux recherches que j'ai entreprises sur les Sténopides des collections du Muséum et sur ceux recueillis en profondeur par le *Blake* et le *Talisman*, j'ai pu établir les affinités intimes des divers représentants de la tribu et peut-être entrevoir les relations de ces Macroures avec les autres Crustacés.

1. *Affinités intimes des divers Sténopidés.* — Les Sténopidés actuellement connus se répartissent entre les cinq genres suivants : *Engystenopus* Alcock et And., 1894 (1 espèce); *Richardina* A. Milne-Edwards, 1881 (4 espèces); *Stenopusculus* Richters, 1880 (3 espèces); *Stenopus* Latreille, 1829 (6 espèces) et *Spongicola* de Haan, 1850 (5 espèces). Les *Stenopusculus* et *Stenopus* sont littoraux ou sublittoraux, tandis que les représentants des trois autres genres se tiennent à des profondeurs plus ou moins grandes et, comme les *Stenopusculus*, ne présentent que de faibles dimensions.

Je ne connais l'unique espèce du genre *Engystenopus* que par la figure et

la description excellentes qu'en a données M. Alcock ; mais à cause de ses téguments à peu près inermes et des longs doigts normaux de ses vraies pattes ambulatoires (pattes IV et V), on peut bien affirmer que cette espèce est l'une des plus primitives de la tribu. Les *Richardina* s'y rattachent par celles de leurs formes, telles que la *R. spinicineta* A. Milne-Edwards et la *R. Fredericii* Lo Bianco, dont les doigts des pattes ambulatoires sont encore restés longs et simples. Mais ensuite se manifeste un des caractères les plus typiques de l'adaptation sténopidienne : dans la *R. spongicola* Alc. et And., les doigts des pattes ambulatoires sont déjà très courts et terminés par deux griffes, et j'ai observé le même caractère chez une espèce nouvelle trouvée par le *Talisman* au large des côtes marocaines et soudanaises. Cette espèce recevra le nom de *R. Edwardsi ;* elle se distingue de la *R. spongicola* par le plus grand allongement de ses pattes ambulatoires et par les articles plus nombreux (4 et 5 au lieu de 3 et 2) en lesquels se divisent le carpe et le propodite des mêmes pattes.

La division du carpe et du propodite des pattes IV et V commence à se manifester dans les *Engystenopus* et apparaît plus nette dans la *Richardina*. Elle se retrouve chez la plupart des *Stenopusculus,* mais comme on ne l'observe pas encore dans le *S. scabricaudatus,* on doit croire que les Crustacés de ce genre se rattachent à des *Engystenopus* éteints ou encore inconnus, chez lesquels le carpe et le propodite des pattes ambulatoires sont restés normaux, c'est-à-dire indivis. Au surplus, les *Stenopusculus* ont les courts doigts bifides de la *Richardina Edwardsi* et se recouvrent d'une riche garniture d'épines. Ils ont à coup sûr fourni la souche des *Stenopus,* qu'on doit considérer comme des *Stenopusculus* où la taille est devenue plus grande et où les articulations secondaires du carpe et du propodite des pattes ambulatoires sont apparues plus nombreuses.

Ainsi, les *Richardina* n'ont pas servi d'intermédiaire entre les *Engystenopus* et les Sténopidés typiques; elles ne présentent pas davantage d'affinités directes avec les *Spongicola,* encore qu'elles soient aveugles comme la *Spongicola inermis* Bouv. (pour cette raison rangée d'abord dans les *Richardina*) et que certaines d'entre elles (*R. spongicola* Alc. et And.) se tiennent en commensales dans les Éponges. Il y a tout simplement convergence pour quelques caractères (atrophie des yeux) et certaines habitudes (commensalisme). Étant donnés le carpe et le propodite simples de leurs pattes ambulatoires, les *Spongicola* ne sauraient se rattacher aux *Richardina,* et se rapprochent au contraire du *Stenopusculus scabricaudatus* où a persisté le même caractère primitif. Elles forment du reste un genre par enchaînements des

plus curieux : dans la *Sp. venusta* de Haan et la *Sp. audamanica* Alcock, on observe encore une certaine armature épineuse sur les chélipèdes, des épipodites bien développés à la base des pattes et des rudiments d'exopodites à la base des maxillipèdes externes; dans la *Sp. Kœhleri* Caullery, ces rudiments disparaissent en même temps que les exopodites des maxillipèdes intermédiaires; dans la *Sp. evoluta,* les épipodites des pattes ambulatoires s'atrophient à leur tour; dans la *Sp. inermis* enfin, on voit disparaître en outre six arthrobranchies sur onze, la pleurobranchie des pattes-mâchoires intermédiaires et la totalité du pigment des yeux, de sorte que l'animal doit être complètement aveugle. On sait que la pigmentation des yeux est déjà très réduite dans la *Sp. Kœhleri* et dans la *Sp. evoluta.*

Pour bien caractériser les effets de cette évolution, il suffira de mettre en regard la formule appendiculaire thoracique normalement sténopidienne [1] et celle de la *Spongicola inermis :*

	Stenopus spinosus.								*Spongicola inermis.*							
	Pattes.					Maxillipèdes.			Pattes.					Maxillipèdes.		
	V.	IV.	III.	II.	I.	3.	2.	1.	V.	IV.	III.	II.	I.	3.	2.	1.
Pleurobranchies...	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
Arthrobranchies...	0	2	2	2	2	2	1	0	0	rud.	1	1	1	1	0	0
Podobranchies....	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	rud.	0
Épipodites........	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Exopodites	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Affinités avec les autres groupes. — Les Sténopides semblent, au premier abord, se rapprocher beaucoup des Pénéides, en ce sens que leurs pattes des trois paires antérieures sont terminées en pince, et que les épimères de leur segment abdominal antérieur recouvrent plus ou moins ceux du segment suivant; j'ai pu même observer qu'ils présentent, comme les Pénéides et les Aristéinés, une écaille antennulaire externe (il est vrai réduite) et toujours, sauf les *Spongicola,* des organes sétifères nettoyeurs sur le carpe et les pinces des pattes de la première paire.

Mais les différences entre les deux groupes sont fort grandes, et certaines impliquent des relations avec les Schizopodes, sans l'intermédiaire des

(1) J'ai observé cette formule dans *Stenopus spinosus* Risso et *Richardina Edwardsi* Bouv.; elle est identique dans *Spongicola venusta* de Haan, avec l'exopodite des maxillipèdes 3 qui est rudimentaire. En ce qui concerne les maxillipèdes 2, mes observations ne concordent pas complètement avec celles des autres auteurs.

Pénéides. C'est ainsi que les palpes mandibulaires des Sténopides se composent de trois articles comme ceux des Schizopodes, tandis qu'ils se réduisent à deux articles chez les Pénéides. Il semble bien même que Sténopides et Pénéides se rattachent à des formes schizopodiennes différentes. Avec leurs pédoncules oculaires munis fréquemment d'une saillie dorsale accessoire, leurs palpes mandibulaires très développés ([1]), le lobe postérieur en retrait ou rudimentaire des lacinies internes de leurs maxilles, les fouets exopodiaux richement segmentés de leurs maxillipèdes, et les rames de leurs pléopodes divisées plus ou moins en nombreux articles, les Pénéides se rapprochent surtout des Schizopodes lophogastridés; tandis que les Sténopides se rapprochent des Schizopodes euphausiens par leurs pédoncules oculaires simples, leurs palpes mandibulaires de médiocre taille ([1]), les lobes également saillants des lacinies internes de leurs maxilles, les exopodites lamelleux (pourtant un peu segmentés au sommet) de leurs maxillipèdes et les rames en feuilles simples de leurs pléopodes.

A ces considérations il faut ajouter la suivante qui en relève encore l'intérêt : les branchies des Pénéides sont du même type dendrobranchial que les rameaux constitutifs des panaches branchiaux des Lophogastridés, et celles des Sténopides du type trichobranchial comme les rameaux des panaches des Euphausiidés; dans chacune des deux familles, chaque branchie semble représenter un rameau du panache branchial de la famille schizopodienne correspondante.

Ces affinités nous paraissent importantes, mais ce serait une erreur de croire qu'elles permettent de rattacher les Pénéides et les Sténopides actuels aux Schizopodes actuellement connus. Là comme partout, l'évolution a suivi son cours, faisant apparaître des caractères qui n'existaient pas au début, et disparaître certaines formes primitives qui ont servi d'intermédiaire.

Mais il semble rationnel de supposer que les Schizopodes primitifs étaient, comme les Phyllocarides (Nébalies) dont ils dérivent, dépourvus de pléopodes antérieurs modifiés en pétasma pour l'accouplement, puis qu'ils présentaient à la fois un épipodite non différencié en lame incubatrice et un proépipodite comme les Branchippidés et les Schizopodes du genre *Anaspides*. De cette souche commune seraient issues deux formes : l'une

---

([1]) L'article basilaire de ces palpes est absent chez les Pénéides et très réduit chez les Lophogastridés; il est au contraire bien développé chez les Sténopidés et les Euphausiidés.

lophogastridienne, c'est-à-dire dendrobranchiale, qui aurait donné les Lophogastridés (sans pétasma, épipodites en lames incubatrices), les Carides ou vraies Crevettes (sans pétasma) et les Pénéides (avec pétasma); l'autre *euphausidienne*, c'est-à-dire trichobranchiale, dont la descendance comprendrait les Euphausiidés actuels (avec pétasma), tous les Décapodes marcheurs ou *Reptantia*, et les Sténopides, qui sont dépourvus de pléopodes copulateurs comme certains de ces derniers.

J'ai fait rentrer dans ce Tableau les Carides qui sont phyllobranchiaux et les *Reptantia* dont les formes primitives ont des trichobranchies et les autres des phyllobranchies. Mais il est amplement démontré que les lamelles des phyllobranchies sont le résultat d'une concrescence des filaments qui constituent les trichobranchies.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Emanuel Swedenborg, *Opera quædam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ scientiarum Suecicæ. II. Cosmologica.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'entropie*. Note de M. **Auric**. (Extrait.)

Appelons ρ_1 la masse de l'éther par unité de volume et ρ la densité du milieu qui seule est accessible à nos moyens de mesure. Soient π_1 et π les pressions correspondantes : pour une transformation infinitésimale nécessitant une énergie $d\varepsilon$ et donnant une augmentation de volume dv on aura, en considérant l'unité de volume,

$$d\varepsilon = \rho_1 \pi_1 \, dv + \rho\pi \, dv,$$

et en rapportant l'équation à l'unité de masse de la matière pondérable,

$$\frac{d\varepsilon}{\rho} = \pi_1 \frac{\rho_1 \, dv}{\rho} + \pi \, dv.$$

Si l'on admet avec beaucoup de physiciens que la pression π_1 représente

la température absolue T du milieu et si l'on pose

$$\frac{\rho_1\, dv}{\rho} = ds,$$

on obtient la relation bien connue

$$\frac{d\varepsilon}{\rho} = \mathrm{T}\, ds + \pi\, dv,$$

dans laquelle s représente l'entropie.

Le coefficient différentiel $\frac{ds}{dv}$ serait donc égal au rapport des densités respectives de l'éther et de la matière.

Cette manière d'envisager l'entropie permettrait d'en tirer des conséquences intéressantes.

PHYSIQUE. — *Sur l'ionisation de l'air par la lumière ultra-violette.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. J. Violle.

1. On sait que M. Lenard a, dans deux importants Mémoires (¹), étudié l'action ionisante de l'ultra-violet extrême sur les gaz et surtout sur l'air. Il a constaté en particulier une anomalie remarquable dans les mobilités des ions produits : les ions négatifs sont de petits ions à grande mobilité et les ions positifs de gros ions à faible mobilité. Cette dissymétrie peut faire supposer que l'ultra-violet, agissant sur les particules en suspension dans l'air, en fait sortir des corpuscules négatifs, comme il arrive dans l'effet photo-électrique de Hertz; ceux-ci se transformeraient dans l'air en ions négatifs ordinaires, pendant que les poussières, prenant une charge positive, deviendraient de gros ions. L'effet Lenard ne serait donc qu'un cas particulier de l'effet photo-électrique de Hertz. Tout récemment, cependant, le professeur J.-J. Thomson (²) a retrouvé un effet direct de l'ultra-violet sur l'air. Cet effet, extrêmement faible, puisque la conductibilité prise par l'air ne surpasserait que huit fois sa conductibilité propre, serait de plus entièrement supprimé lorsque les radiations ont traversé plus de 3^{mm} d'air. Mais il semble dès l'abord qu'il ne puisse y avoir rien de commun entre cet effet

(¹) Lenard, *Ann. de Drude,* 1900, t. I, p. 486, et t. III, p. 298.

(²) J.-J. Thomson, *Proceedings* de Cambridge, mars 1908, p. 417.

et l'effet Lenard, dont l'intensité est beaucoup plus considérable, et qui s'étend dans l'air jusqu'à 50^{cm}.

2. Sans rien préjuger de l'effet très minime signalé par J.-J. Thomson, il m'a semblé que les phénomènes découverts par Lenard méritaient d'être étudiés à nouveau, afin d'élucider le mode de formation des gros ions positifs et le rôle des particules en suspension dans les gaz.

Les sources d'ultra-violet utilisées ont été les suivantes : 1° l'étincelle fortement condensée jaillissant entre pointes d'aluminium; 2° l'arc au mercure de Heræus à ampoule de quartz fondu. L'appareil de mesure était un électromètre Curie sensible (1000 divisions par volt). Les expériences ont été de deux sortes.

Dans les unes le gaz est immobile et placé entre les armatures d'un condensateur plan, éloignées de 25^{cm} environ. Ce condensateur est contenu dans une boîte métallique qu'on peut fermer et où la lumière pénètre par une fenêtre de quartz de 35^{mm} de côté. Si la boîte vient d'être fermée et renferme par suite des poussières, l'ultra-violet y produit une conductibilité temporaire, très rapidement affaiblie et amenée bientôt à une petite fraction de sa valeur initiale (par exemple $\frac{1}{60}$). Cette très faible conductibilité résiduelle paraît attribuable à l'effet Hertz sur les parois de la boîte. La conductibilité reparaît si l'on rouvre un instant la boîte ou si l'on y insuffle de l'air non filtré. Si l'on y insuffle de l'air filtré sur coton, elle ne reparaît pas, et même on fait disparaître ainsi une conductibilité préalablement existante. Pour fixer les idées j'indiquerai que la conductibilité initiale après ouverture de la boîte est environ la moitié de celle que provoque, dans le même appareil, un échantillon de radium de radioactivité 1000 environ contenu dans un tube de verre et ionisant à travers le couvercle de la boîte (zinc de 1^{mm}).

D'autres expériences ont été faites par une méthode de courant gazeux. L'air est soumis à l'ultra-violet dans une chambre à fenêtre de quartz et arrive ensuite dans un condensateur cylindrique où on l'étudie. Ici encore l'air filtré donne un courant pratiquement nul et l'air non filtré un courant très appréciable. Ces résultats sont indépendants du signe des charges recueillies. A champ égal, le courant est plus intense quand on recueille les ions négatifs, et il est d'ailleurs toujours difficile à saturer.

Dans toutes ces expériences la source de lumière est placée à des distances de la fenêtre de quartz d'au moins 5^{cm}. Je me crois donc en droit de conclure que, *dans ces conditions, la plus grande partie de l'effet Lenard est attribuable à la présence de particules photo-électriques en suspension dans le gaz*. Lorsque le gaz est dénué de poussières, l'effet Lenard, s'il existe, ne représente qu'une *très faible fraction* de l'effet dû aux poussières.

Je me propose de continuer ces recherches.

PHYSIQUE. — *De la vitesse de transport des ions* H, Cl *et* OH *dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.* Note de M. **E. Doumer**, transmise par M. d'Arsonval.

Si l'on calcule les facteurs de transport des ions H et Cl dans l'électrolyse des dissolutions de HCl en tenant compte de ce fait qu'une partie du courant seulement sert à l'électrolyse de ce corps, on arrive à des résultats tout autres que ceux qui sont admis dans l'hypothèse de Hittorf.

En effet, si l'on représente par p la perte en acide chlorhydrique au pôle négatif, suivant qu'on admet que tout le courant sert à l'électrolyse de HCl ou qu'on tient compte du facteur d'ionisation de l'eau, les poids d'acide électrolysé seront P ou $\frac{P}{3}$ et les facteurs de transport seront : dans le premier cas $\frac{p}{P}$ et $1 - \frac{p}{P}$; dans le second $\frac{3p}{P}$ et $1 - \frac{3p}{P}$. Les rapports de ces deux facteurs qui, dans l'hypothèse de Hittorf, sont les mêmes que le rapport des vitesses des ions, seront $\frac{p}{P-p}$ dans le premier cas et $\frac{3p}{P-3p}$ dans le second. Suivant qu'on adopte l'une ou l'autre manière de voir on arrive à des conclusions très différentes.

Par exemple, dans une série de trois déterminations faites avec des courants de $0^{amp},02$ à $0^{amp},20$ et des dissolutions contenant de 3^g à 85^g d'acide par litre, j'ai obtenu les pertes suivantes à la cathode :

p	$0^g,093$	$0^g,051$	$0^g,022$

Les volumes d'hydrogène dégagés par le même courant ont été :

V	$165^{cm^3},8$	$92^{cm^3},5$	$38^{cm^3},5$

dont les poids équivalents d'acide chlorhydrique sont :

P	$0^g,544$	$0^g,304$	$0^g,126$

Les facteurs de transport sont respectivement :

1° Si l'on ne tient pas compte de l'ionisation de l'eau :

$\frac{p}{P}$	0,170	0,168	0,174
$1-\frac{p}{P}$	0,830	0,832	0,826

2° Si l'on tient compte au contraire de l'ionisation de l'eau :

$\frac{3p}{P}$	0,510	0,504	0,522
$1-\frac{3p}{P}$	0,490	0,496	0,478

Dans le premier cas les rapports $\frac{p}{P-p}$ seront très différents de 1, ce qui indique que les ions H et Cl sont transportés avec des vitesses très inégales; dans le second au contraire, les rapports $\frac{3p}{P-3p}$ seront très voisins de l'unité, ce qui suppose que ces ions sont transportés sensiblement avec la même vitesse.

Pour décider laquelle de ces deux conclusions est la vraie, il suffit de mesurer l'appauvrissement *aux deux pôles*. Dans le premier cas, ces appauvrissements seront très différents; ils seront au contraire très voisins dans le second.

Expériences. — Pour obtenir des résultats corrects, il est indispensable d'éviter le dégagement de chlore et la production d'acide hypochloreux. On y arrive à peu près en opérant avec des dissolutions étendues (de 1 à 5 pour 100) et des courants faibles ($0^{amp},005$ à $0^{amp},020$). Une très rapide ébullition de la liqueur anodique suffit d'ailleurs pour entraîner, sans perte de HCl, les gaz qu'elle pourrait retenir.

Dans les trois déterminations suivantes, les volumes d'hydrogène dégagés ont été :

V	$32^{cm^3},22$	$48^{cm^3},15$	$61^{cm^3},08$

dont les poids équivalents d'acide chlorhydrique sont :

P	$0^g,106$	$0^g,158$	$0^g,200$

J'ai trouvé comme perte d'acide :

1° Au pôle négatif :

p	$0^g,019$	$0^g,027$	$0^g,035$

2° Au pôle positif :

p'	$0^g,018$	$0^g,027$	$0^g,034$

A ce même pôle, j'aurais dû trouver :

1° Si l'ionisation de l'eau de la dissolution n'intervient pas :

$P-p$	$0^g,087$	$0^g,131$	$0^g,165$

2° Si l'ionisation de l'eau intervient :

$\frac{P}{3}-p$	$0^g,016$	$0^g,026$	$0^g,033$

Ainsi, par une mesure directe des appauvrissements aux deux pôles, on trouve que la perte à l'anode est sensiblement la même qu'à la cathode.

Il faut donc tirer de ces expériences les conclusions suivantes :

1° *L'ionisation de l'eau intervient d'une façon active dans l'électrolyse des dissolutions d'acide chlorhydrique.*

2° *La vitesse de transport des ions* H *et* Cl *est très sensiblement la même.*

Il n'est malheureusement pas possible de s'assurer, par des mesures directes, si la vitesse des ions OH est ou n'est pas la même que celle des ions H et Cl. Nous en sommes réduits à faire à ce sujet des hypothèses. Mais si l'on admet que les ions OH se propagent avec la même vitesse que les ions Cl, on arrive à une interprétation très simple et très satisfaisante des phénomènes qui se passent dans l'électrolyse des dissolutions de HCl. En effet, employant la représentation habituelle des chaînes d'ions placées entre les électrodes coupées par une cloison idéale M,

							M							
	H	H	H	H	H	H	|	H	H	H	H	H	H	+
−	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	|	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	

on voit que, lorsque 3 ions H auront passé de la cuve (+) dans la cuve (−), 3 ions électronégatifs (1 ion Cl et 2 ions OH) auront progressé en sens inverse.

				−					M					+					
H	H	H	H	H	H	H	H	H	|	H	H	H							
						Cl	OH	OH	|	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	Cl	OH	OH	

Les deux chaînes se seront déplacées également, l'une vers la droite, l'autre vers la gauche, transportant chacune des charges égales d'électricité. Il se sera dégagé 6 ions H au pôle négatif et 6 ions électronégatifs (2 ions Cl et 4 ions OH) au pôle positif. Chaque cuve se sera appauvrie également en Cl, en OH et en H.

PHYSIQUE. — *Recherche de l'hélium dans les minerais contenant de l'urane.* Note de M. F. **Bordas**, transmise par M. d'Arsonval.

J'ai indiqué dans une précédente Note [1] comment on pouvait déter-

[1] *Comptes rendus*, 23 mars 1908.

miner, grâce à un dispositif spécial, la présence de l'hélium dans certains minéraux rares.

Le procédé est d'une très grande sensibilité; on peut, lorsque le minerai est riche en hélium comme dans la *brœggerite*, la *liebigite*, l'*œschynite*, caractériser nettement ce gaz en employant 1^{mg} ou 2^{mg} de matière.

Il est indispensable, lorsqu'on fait une étude systématique de minéraux en vue de rechercher l'hélium, de prendre des précautions très grandes afin d'éviter toute trace de gaz résiduel après chaque opération.

J'ai vérifié que tous les minerais uranifères ne dégagent leur hélium qu'à une température supérieure à 250°; on peut donc se débarrasser de l'humidité ainsi que d'une partie des gaz étrangers occlus en maintenant le minerai à étudier, finement broyé, à une température voisine de 200°.

La poudre est alors introduite dans le tube de quartz, on fait ensuite le vide jusqu'au vide absolu. On chauffe vers 400° et l'on constate le dégagement d'hélium, mélangé d'un peu d'hydrogène et de faibles traces d'oxygène.

L'oxygène est rapidement absorbé par le charbon et, enfin, l'hydrogène disparaît à son tour au bout de quelques minutes. C'est dans ces conditions que j'ai constaté que la raie de l'hélium située dans le rouge n'était pas à $\lambda = 667,8$ mais bien à $\lambda = 669,1$. Cette raie est à peine visible lorsque l'hélium est mélangé d'hydrogène, elle apparaît peu à peu lorsque l'absorption de l'hydrogène s'accentue; elle ne tarde pas à dépasser en intensité la raie rouge de l'hydrogène $\lambda = 656,3$.

On rencontre aussi, beaucoup plus à gauche, une seconde raie, très peu intense, qui a pour longueur d'onde $\lambda = 708,2$. Cette raie est surtout nette dans l'hélium provenant de la *samarskite* d'Arundal, de la *johannite* de Joachimstal, de la *liebigite* de Saxe, de la *brœggerite* de Road (Norvège), de l'*œschynite* de Hiteroë (Norvège), de la *pechblende* de Joachimstal.

J'ai examiné à plusieurs reprises des résidus de pechblende très radioactifs qui étaient conservés en flacons bouchés depuis plusieurs années [1]; ces résidus ne contenaient pas d'hélium, l'analyse chimique n'a pas permis de reconnaître la présence de l'uranium. Je me borne pour le moment à signaler le fait, me réservant d'y revenir dans la suite.

L'hélium est très abondant et semble combiné à l'urane dans la *samarskite* d'Arundal, la *nægéite* du Japon, l'*euxénite* d'Arundal, l'*yttrotantalite* de Suède et l'*anneræ dite* de Norvège. On rencontre encore de l'hélium, mais en moindre abondance, dans la *wæhlerite* de Norvège, le *pyrochlore* de l'Oural, la *polycrase* de Norvège, la *trægerite* de Saxe, la *xénotime* d'Arun-

(1) Ces échantillons m'ont été gracieusement offerts par M. Besson, directeur de la Société des Produits chimiques.

dal, la *gummite* de Saxe, la *thorite-orangite* de Norvège, la *niobite-columbite* d'Australie.

Les minéraux dans lesquels les sels d'urane sont nettement définis ou cristallisés ne dégagent pas d'hélium ; tel est le cas de la *torbernite*, l'*autunite* de Saint-Symphorien, la *carnotite* de Californie.

Enfin j'ai caractérisé l'hélium par sa raie $\lambda = 5878$ dans un échantillon de *bismuth natif* de Saxe, tandis qu'un autre échantillon de *bismuth avec smaltine* de Cornouailles n'a rien donné.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'emploi direct des copals dans la fabrication des vernis sans pyrogénation préalable.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Troost.

Les copals donnent des vernis d'autant meilleurs qu'ils sont plus durs, mais leur dissolution directe dans les divers dissolvants employés pour la fabrication des vernis n'est que partielle, à moins, comme l'a montré Violette, qu'on ne les soumette d'abord à l'action de la chaleur, de manière à leur faire perdre, par une pyrogénation préalable, de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$ de leur poids. Il en résulte que cette opération, pratiquée empiriquement, non seulement cause une perte importante, mais donne des copals soit incomplètement solubilisés, d'où des vernis troubles; soit, au contraire, des copals trop fortement pyrogénés, d'où des vernis colorés et collants.

On a bien cherché à employer un mélange de plusieurs dissolvants; mais si, dans certains cas, on obtient une dissolution complète, le vernis obtenu se trouble au fur et à mesure de l'évaporation des dissolvants les plus volatils. J'ai donc cherché à pratiquer directement la dissolution dans un dissolvant unique et, après de nombreux essais, je me suis arrêté à l'alcool amylique qui, d'après Vogel, serait un dissolvant très actif, dans lequel les copals se gonfleraient rapidement et se dissoudraient complètement à l'ébullition.

Cette remarque, qui est vraie pour certains copals, ne l'est cependant pas pour les copals les plus durs; j'ai constaté qu'une partie importante restait insoluble, même après un contact d'une année. Mais si l'on emploie de l'alcool amylique contenant quelques millièmes d'acide, de l'acide nitrique par exemple, et si l'on y laisse se gonfler le copal très finement pulvérisé (soit 4 parties d'alcool pour 1 partie de copal), on obtient une dissolution complète après un laps de temps qui n'excède pas une vingtaine de jours

pour les copals les plus durs, comme ceux de Zanzibar et de Madagascar. Cette durée peut être abrégée soit par l'agitation, soit par la chaleur.

La solution ainsi obtenue, parfaitement limpide, peut être concentrée sans se troubler; de plus, l'addition d'essence de térébenthine ne produit aucune précipitation et, en chassant par distillation l'alcool amylique, il reste une dissolution limpide de la totalité du copal dans l'essence de térébenthine. Avant de concentrer les liquides, il est bon de les agiter avec un peu de carbonate de baryte, pour neutraliser l'acide et les empêcher de se colorer.

J'ai pu dissoudre ainsi les copals durs de Zanzibar, de Madagascar, de Benguela, et les copals demi-durs Kourie, Manille durs et Manille Makassar, obtenant des *vernis volatils* à base d'alcool amylique, d'essence de térébenthine ou d'un mélange d'alcool amylique et d'alcool éthylique, dans lesquels se trouvait le copal n'ayant été l'objet d'aucun traitement susceptible de le modifier.

Il est à remarquer que le vernis, après quelques jours, se recouvre souvent à la surface d'une efflorescence très légère, analogue à celle qu'on remarque sur les morceaux bruts de copal, au moment où on les recueille. Cette efflorescence est due à des traces d'une substance à réaction acide, soluble dans l'eau et dans l'alcool amylique, qui est entraînée par le solvant au moment où il se volatilise et se dépose à la surface. On y remédie facilement en neutralisant cet acide volatil au moyen d'une trace de potasse dissoute dans l'alcool amylique.

Mais la question qui présente surtout de l'intérêt est celle de la préparation des *vernis gras*. Comme ceux-ci ne diffèrent des vernis volatils que par l'addition d'une huile siccative destinée à donner de la souplesse au vernis et à lui permettre de suivre, sans se craqueler, la dilatation ou la contraction du substratum, il semblait qu'on n'éprouverait aucune difficulté à introduire directement cette huile dans une dissolution de copal dans l'essence de térébenthine, puisque l'huile est également soluble dans l'essence. Mais on ne peut agir ainsi, parce que l'huile est insoluble dans une solution concentrée de copal, de sorte que les vernis gras ainsi préparés, qui sont limpides au début, ne tardent pas à se troubler à mesure qu'il se produit une concentration par évaporation de l'essence.

J'ai cherché à introduire dans le vernis une substance dans laquelle le copal et l'huile pourraient rester simultanément en dissolution et qui serait capable de se transformer elle-même, ultérieurement, en un produit solide analogue à la linoxine que fournit l'huile en séchant. J'ai pu obtenir ce résultat en employant les acides gras de l'huile de lin, dans lesquels le copal et l'huile de lin sont solubles et qui, finalement, se transformeront en linoxine, tout comme l'huile de lin.

A un vernis volatil formé de 1 partie de copal et de 2 parties d'essence de térébenthine, et dans lequel on introduit ordinairement 1 partie d'huile de lin, on remplacera cette dernière par 1 partie d'un mélange gras composé de $\frac{2}{5}$ d'huile de lin et $\frac{3}{5}$ d'acides gras de l'huile de lin.

Si l'on veut un vernis plus gras, soit à 2 parties de matière grasse, le mélange précédent peut être employé; mais si, au contraire, on veut préparer un vernis moins gras, la proportion d'acides gras, par rapport à l'huile, doit augmenter dans le mélange gras, pour que la quantité moindre d'huile de lin soit maintenue en dissolution en présence de la quantité plus forte de copal. C'est ainsi que, pour un vernis composé de 1 partie de copal, 2 parties d'essence et 0,5 partie de mélange gras, ce dernier doit être composé de 1 partie d'huile de lin et 4 parties d'acides gras. La proportion d'acides gras devra donc croître, pour 1 partie d'huile de lin, de 1,5 partie à 4 parties suivant que la quantité de mélange gras introduite dans le vernis à 1 partie de copal passera de 1 à 0,5 partie.

Les vernis gras ainsi obtenus sèchent moins vite que les vernis fabriqués par les procédés ordinaires, mais il est facile de remédier à cette infériorité en chauffant, pendant quelques heures, à 130°-140°, le mélange gras additionné d'une petite quantité de résinate de manganèse; ce mélange, dans ces conditions, s'épaissit et devient très rapidement siccatif. On peut, par suite, préparer des vernis gras séchant aussi rapidement que les vernis actuels et remarquables par leur transparence et leur souplesse.

Je me propose de publier ailleurs tous les détails de ces expériences qui, en donnant une nouvelle orientation à la fabrication des vernis gras, permettront sans doute de supprimer le danger d'incendie et le dégagement des mauvaises odeurs résultant actuellement de la pyrogénation des copals et de la cuisson des huiles.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Les leviers dans l'organisme.* Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Alfred Giard.

Il y a 25 ans que j'ai montré combien était plus considérable que le poids du corps l'effort musculaire nécessaire pour se maintenir sur la pointe des pieds [*Théorie du levier appliquée aux muscles* (*Revue scientifique*, 11 août 1883)]. Après avoir dénoncé dans l'exposé classique de ce cas des erreurs multiples de raisonnement et la fausseté du résultat, à savoir une force musculaire inférieure au poids du corps, j'ai conclu, par l'application très simple du théorème des moments par rapport au point d'articulation, que la force musculaire F est égale au poids du corps (réaction du sol) multiplié par le rapport de la distance a de l'articulation au bout du pied à la distance b de cette articulation au bout du talon $F = \frac{a}{b}P$; si en pratique on prend $\frac{a}{b} = 3$, $F = 3P$.

Depuis, outre que j'ai traité ainsi ce cas maintes et maintes fois dans mon enseignement, j'y suis revenu à deux reprises pour relever, dans des Notes de divers auteurs, des erreurs ou de fausses interprétations mécaniques [*Sur le mécanisme de soulèvement du corps sur la pointe des pieds* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 15 mai 1897 et 17 mars 1900)].

Les résultats publiés dans les *Comptes rendus* (séance du 23 mars 1908) sont donc loin d'être nouveaux.

A ce propos, je ferai remarquer que cette exagération de la force par rapport à l'effet utile est fréquente dans l'organisme; car (d'ailleurs en dehors du cas actuel qui, complexe, ne rentre pas dans le cas ordinaire) la forme habituelle est celle du levier du troisième genre. Mais ce n'est pas non plus exclusivement dans un but de multiplication du déplacement, puisque dans l'organisme la contraction d'un muscle gêné par ses attaches est loin d'être satisfaite. La raison de cette double prodigalité (exagération de la force, faible utilisation de l'amplitude de contraction) est simplement la gracilité de forme des membres liée à leur usage.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 avril 1907.

Itinéraire dans le Haut-Atlas marocain, par Louis Gentil; Carte dressée et dessinée avec la collaboration de Marius Chesneau, échelle de $\frac{1}{250000}$, avec une *Esquisse orographique du Maroc,* par Louis Gentil. Paris, Masson et Cie, 1908; 1 feuille in-plano. (Présenté par M. le prince Roland Bonaparte, au nom de la Société de Géographie.)

Sur l'action exclusive des forces Maxwell-Bartoli dans la gravitation universelle, par Thomas Tommasina. Genève, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Note on some meteorological uses of the polariscope, by Louis Bell. (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences;* t. XLIII, n° 15, mars 1908.) 1 fasc. in-8°.

Archives de l'Institut botanique de Liége; t. IV. Bruxelles, Hayez, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. A. Gravis.)

Deutsche chemische Gesellschaft. Mitgleider Verzeichniss, abgeschlossen am 1 Januar 1908. Berlin, 1 fasc. in-8°.

Report of the seventy-seventh meeting of the British Association for the Advancement of Science, Leicester, 21 *july*-7 *august* 1907. Londres, John Murray, 1908; 1 vol. in-8°.

Report of the Commissioner of Education for the year ending june 30, 1906; t. II. Washington, 1908; 1 fasc. in-8°.

Report of the meteorological Service of Canada, by R.-F. Stupart, for the year ended december 31, 1905. Ottawa, 1907; 1 vol. in-4°.

Boletim do Museu Gœldi (Museu Paraense) de historia natural e ethnographia; t. V, n° 1. Para, 1907-1908; 1 vol. in-8°.

Zeitschrift für Balneologie, Klimatologie und Kurort-Hygiene; Jahrgang I, n° 1. Berlin, 1908; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société royale zoologique et malacologique de Belgique; t. XLI et XLII, 1906 et 1907. Bruxelles, M. Weissenbruch, 1907; 2 vol. in-8°.

Memoirs of the Department of Agriculture in India; t. I, n° 6: *The loss of water from soil during dry weather,* by J. Walter Leather. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 avril 1908.

L'Europe dans l'Amérique latine. Le voyage de M. Bénard, par Eugenio Garzon, précédé d'une lettre de M. Augusto Coelho. Paris, Philippe Renouard, 1908; 1 fasc. in-8°.

Observations sur le synchronisme des divisions stratigraphiques établies pour le bassin houiller de la Cèze, par Louis Vedel. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'études des Sciences naturelles de Nîmes*, 35e année, 1907.) Nîmes; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. XXVI, 1907. Paris, Masson et Cie; Lyon, H. Georg, 1908; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France; Supplément au Bulletin du 15 avril 1908 : *Comptes rendus de l'Assemblée générale de* 1908, 39e session, fasc. 2. Paris, 1908; 1 fasc. in-8°.

Questions et communications d'un Égyptien amateur, par Odorico Cepich. Alexandrie, 1908; 1 fasc. in-12.

Illustrazione del secondo volume dell erbario di Ulisse Aldrovandi, per G.-B. DE TONI. Venise, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Die wahre Ursache der Ebbe und Flut, von AUGUST FRENTZEN. Leipzig, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Tacubaya. Carta fotografica del Cielo; zona — 16° : n°s 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65. 10 feuilles in-plano.

The new theory of earthquakes and mountain formation, as illustrated by processes now at work in the depths of the sea, by T.-J.-J. SEE. (Extr. des *Proceedings of the American Philosophical Society,* t. XLVI, 1907.) 1 fasc. in-8°.

Reise im Djair, Urkaschar und Ssemisstai im Sommer 1906, von Prof. W.-A. OBRUTSCHEW. (Extr. de *Dr A. Petermanns Geog. Mitteilungen,* 1908, H. II.) 1 fasc. in-4°.

Contributions from the United States national Herbarium; t. X, Part 6 : *The Cyperaceæ of Costa Rica,* by C.-B. CLARKE; Part 7 : *Studies of tropical american ferns,* n° 1, by WILLIAM.-R. MAXON. Washington, 1908; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Institut chimique et bactériologique de l'État à Gembloux, n° 75, 1908. Bruxelles, E. Daem; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AVRIL 1908.

Emanuel Swedenborg opera quædam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus, nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ scientiarum Suecicæ; II, *Cosmologica;* introductionem adjunxit SVANTE ARRHENIUS, edidit ALFRED-H. STROH. Stockholm, H. Stroh; 1 vol. in-4°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1907, *et programme des travaux pour l'exercice de* 1908. Leyde, E.-J. Brill, 1908; 1 fasc. in-4°.

La Gynécologie dans l'iconographie antique, par M. FÉLIX REGNAULT. (Extr. de la *Revue de Gynécologie et de Chirurgie abdominale,* n° 1, février 1907.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Les maladies du nez et les terres cuites grecques de Smyrne, par F. REGNAULT. (Extr. des *Archives internationales de Laryngologie.*) Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; 9e série, t. X, n° 1, 1908. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure; 8e série, t. VIII, 1907. Nantes, 1908; 1 vol. in-8°.

Exposé succinct d'une théorie des phénomènes naturels du règne inorganique basé sur les lois, les principes et les faits incontestés, par CH. SPINNAEL, avec planches. Bruxelles, A. Lesingne, 1908; 1 fasc. in-8°.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia, pub. by order of the Government of Netherland's East-India, by Dr W. van Bemmelen; t. XXVIII, 1905 : *Containing meteorological, magnetical and seismometric observations made in* 1905. Batavia, 1907 ; 1 vol. in-4°.

M. Pedro Farreras fait hommage des trois Opuscules suivants :

La motilidad volontaria y la finalidad de su disminución en el miedo. Saragosse, 1903; 1 fasc. in-8°.

Elefantiasis palpebrales desarroladas a consecuencia de flegmasias y sobre todo de repetidas erisipelas faciales. Barcelone, 1903; 1 fasc. in-8°.

El rayo y el agua subterranea. Madrid, 1908; 1 fasc. in-8°.

———